

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет»

На правах рукописи



Крюков Денис Викторович

**Математическое моделирование процесса управления  
беспилотным летательным аппаратом с помощью алгоритмов  
компьютерного зрения**

Направление 02.04.03 – «Математическое обеспечение и администрирование  
информационных систем»

**АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2017

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Прикладная математика и информатика»  
**Хромов Александр Игоревич**

Рецензент: кандидат технических наук, научный сотрудник Института машиноведения и металлургии ДВО РАН  
**Севастьянов Георгий Мамиевич**

Защита состоится 22 июня 2017 г. в 13.30 часов по адресу: 681000, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 321/3.

Автореферат разослан 16 июня 2017 г.

Секретарь ГЭК



А.А. Сиротин

## **Общая характеристика диссертационной работы**

В последние годы значительно вырос интерес к использованию беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных областях человеческой деятельности связанных с наблюдением, охраной, транспортировкой. Такой рост популярности делает актуальной задачу поиска оптимальных аппаратных и программных конфигураций БПЛА, разработки систем компенсации неблагоприятных воздействий окружающей среды, систем ориентирования в пространстве и т.д.

Одним из инструментов решения этих проблем является математическое моделирование. В число задач, решаемых математическим моделированием входит повышение эффективности управления, которая в свою очередь нередко зависит от качества изображения, получаемого камерами БПЛА. На качество изображения и его пригодность для ориентирования летательного аппарата на его основе могут влиять такие факторы, как ветер, вибрация двигателей, электромагнитные шумы.

В случае необходимости устранения зашумления изображения в реальном времени, т. е. во время движения БПЛА важным параметром используемого для этого метода является скорость его работы.

Наиболее доступным и универсальным методом устранения шумов при съемке с БПЛА является программная фильтрация получаемых кадров.

Одним из более эффективных способов увеличения скорости обработки крупных массивов данных, таких как цифровые изображения является параллелизация используемых алгоритмов.

## **Цель и задачи**

Целью данной работы является программная реализация параллельных алгоритмов устранения дефектов изображений, исследование влияния распараллеливания и применения многопоточных вычислений на скорость работы алгоритмов

В задачи данной работы входят:

- изучение методов и особенностей обработки цифровых изображений
- изучение способов моделирования и устранения различных типов зашумления изображений
- изучение основных понятий и подходов параллельного программирования и многопоточных вычислений
- исследование влияния распараллеливания и применения многопоточных вычислений на скорость работы алгоритмов устранения дефектов изображений
- программная реализация параллельных алгоритмов устранения дефектов изображений

## **Апробация результатов**

Результаты работы представлены на:

46-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научно-техническое творчество аспирантов и студентов», Комсомольск-на-Амуре, апрель 2016 г.

47-ой научно-технической конференции студентов и аспирантов «Научно-техническое творчество аспирантов и студентов», Комсомольск-на-Амуре, апрель 2017 г.

## Основное содержание работы

Во введении произведен краткий обзор исследуемой тематики, обозначена актуальность проблемы исследования

В первом разделе приведены основных сведения о цифровых изображениях, специфике их дефектов и о процессе их искажения и зашумления.

Для описания методов устранения дефектов изображений необходимо определить, чем является само цифровое изображение, а также описать процесс его искажения.

Цифровым изображением будем называть двумерный массив  $M \times N$  числовых значений, представляющих собой коды цветов в какой-либо цветовой модели.

Для применения к изображениям математических операций их удобно представлять в виде матрицы  $M \times N$  или же в виде функции двух переменных  $f(x, y)$ .

Процесс получения искаженного изображения опишем следующим образом:

$$g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) + n(x, y),$$

где  $g(x, y)$  – искаженное изображение,  $f(x, y)$  – исходное изображение,  $h(x, y)$  – искажающая функция,  $n(x, y)$  – функция шума.



Рисунок 1 – Процесс искажения изображения

Таким образом, мы можем определить, что восстановление изображение представляет собой совокупность устранения шумов и устранения искажений.

Как правило, шумы, внесенные в изображения, описываются функциями распределения. По виду используемой функции выделяют следующие типы шумов:

- гауссов (нормальный) шум – проявляется на изображениях при наличии шума в электрических цепях, высокой температуре и недостатке освещения;
- шум Релея – характерен для съемки с большого расстояния;
- гамма шум – характерен для изображений, полученных с помощью лазеров;
- экспоненциальный шум – также характерен для изображений, полученных с помощью лазеров;
- импульсный шум – проявляется при наличии нарушений коммутации в электрических цепях;
- периодические шумы – возникает при наличии электрических и электромеханических помех;

Подавление шумов происходит посредством применения к функции-изображению функций-фильтров. При прохождении через фильтр области изображения, искаженные шумом, восстанавливаются путем присвоения им значения, полученного на основе оценки окрестности данной точки.

Во втором разделе приведены основные понятия и подходы параллельного программирования.

Параллельное программирование применяется тогда, когда для последовательной программы требуется уменьшить время ее выполнения, или когда последовательная программа, в виду большого объема данных, перестает помещаться в память одного компьютера

Главной отличающей характеристикой параллельных программ является наличие в них множества частей, выполняемых одновременно в отдельных потоках.

Все вычислительные комплексы и компьютеры делятся на две группы:

- Системы с распределенной памятью. Каждый процессор имеет свою память и не может напрямую обращаться к памяти другого процессора.
- Системы с общей (разделяемой) памятью. Процессор может напрямую обращаться в память другого процессора.

Для использования возможностей многопоточных вычислений аппаратуры используется открытый стандарт распараллеливания OpenMP.

OpenMP (Open Multi-Processing) предоставляет набор команд и библиотек, позволяющий использовать возможности мультипроцессорных систем с общей памятью для написания параллельного программного обеспечения.

OpenMP реализует параллельные вычисления с помощью многопоточности, в которой главный поток создает набор подчиненных потоков, и задача распределяется между ними. Предполагается, что потоки выполняются параллельно на машине с несколькими процессорами.

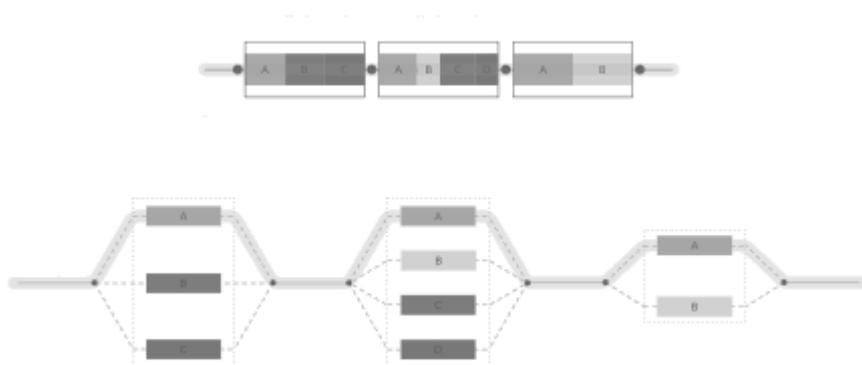


Рисунок 2 – Схема распараллеливания

В третьем разделе рассмотрена специфика реализации параллельных алгоритмов с помощью OpenMP.

Обработка изображений связана с циклическим выполнением операций над большими двухмерными численными массивами. Количество точек изображений, получаемых современными камерами достигает нескольких миллионов.

Таким образом, в качестве стратегии параллелизации в работе предлагается сегментация изображений на блоки меньшего размера. Для исследования влияния использования многопоточных вычислений были выбраны семь

методов фильтрации цифровых изображений, которые можно разделить на две категории: усредняющие фильтры и фильтры на основе порядковых статистик.

К первой категории отнесены фильтры на основе среднего арифметического, среднего геометрического и среднего гармонического. Во вторую категорию входят медианный фильтр, фильтр на основе максимального значения, фильтр на основе минимального значения и фильтр на основе середины точки.

Вычислительный эксперимент проведен на ЭВМ со следующей конфигурацией:

- ЦПУ: Intel Core i3 3225, 3.30 ГГц, 2 ядра;
- ОЗУ: 4 ГБ DDR3.

В результате эксперимента была выявлена зависимость скорости работы алгоритмов от распараллеливания. Также было обнаружено, что прирост в скорости работы алгоритмов наблюдается только при достаточно больших размерах изображений, а при малых размерах временные затраты на параллелизацию оказываются больше получаемого прироста.

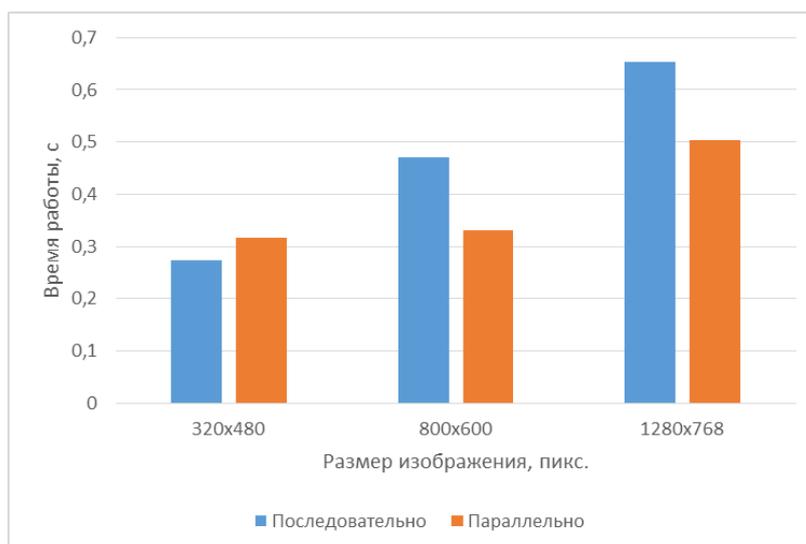


Рисунок 3 – Результаты распараллеливания усредняющих фильтров

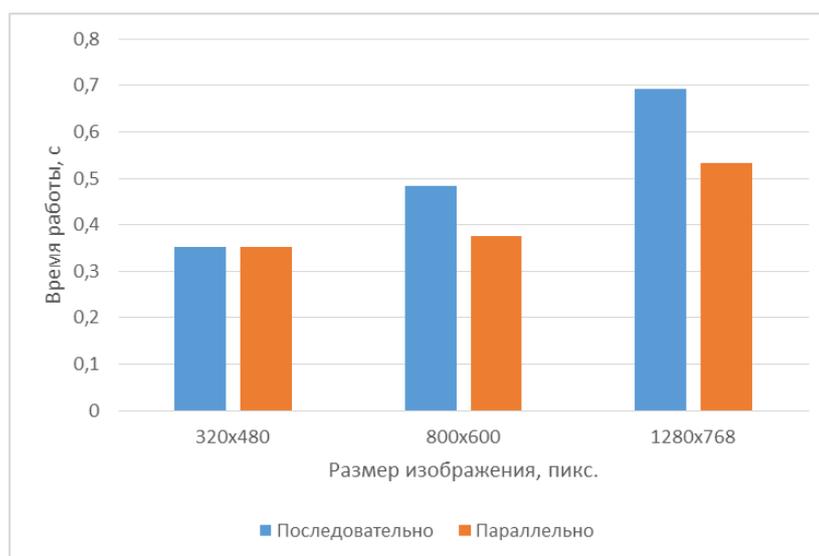


Рисунок 4 – Результаты распараллеливания усредняющих фильтров

В заключении подводятся итоги исследования, формируются окончательные выводы по рассматриваемой теме.

Было проведено сравнительное исследование влияния применения методов параллельных многопоточных вычислений на скорость устранения дефектов изображений. Результаты исследования показывают, что использование параллельных алгоритмов для увеличения скорости расчетов является эффективным только при достаточных размерах изображения.

### Список публикаций по теме исследования

1 Крюков, Д. В. Исследование алгоритмов устранения дефектов цифровых изображений / Д. В. Крюков, А. Ю. Лошманов // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 46-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 01-15 апреля 2016 г. - Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – С. 317 – 318.

2 Крюков, Д. В. Разработка алгоритма коррекции дефектов изображений, возникающих при съемке в движении / Д. В. Крюков, А. И. Хромов, А. Ю. Лошманов // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: ма-

териалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 01-15 апреля 2017 г. - Комсомольск-на-Амуре : принято к публикации.